

Sokerijuurikkaan naatit ja niistä valmistettu säilörehu

II. Säilöntätappiot ja puristemehun sidonta

MAIJA-LIISA SALO ja RIITTA SORMUNEN
Yliopiston kotieläintieteen laitos, Helsinki

Saapunut 17. 4. 1974

Sugar beet tops and beet top silage

II. Losses during ensilage and binding of effluent

MAIJA-LIISA SALO and RIITTA SORMUNEN
Department of Animal Husbandry, University of Helsinki

Abstract. The nutrient losses during the ensilage of sugar beet tops and the retention of effluent nutrients by newspaper, straw and grass were investigated in tower-silos from 4 to 5 metres high using experimental sacks. The losses were markedly smaller and the retention of nutrients by binding material higher in the upper parts of the silos. The average losses (%) were: fresh weight 50, dry matter 30, organic matter 28, in vitro digestible organic matter 33, crude protein 26, sugar 88, hemicellulose 7, cellulose 1, ash 38, Ca 17, P 32, Mg 31, Na 52, K 40 Cl 56. The increase in organic acids was 77 %.

The mean nutrient retention of the newspaper (1), straw (2) and grass (3) ensiled with the beet tops was as follows (g/kg DM): dry matter 201, 202, 50; crude protein 65, 84, 67; organic acids 79, 146, 94. Of the minerals, K, Cl and Na were retained in the highest concentrations, straw was the best binding material also for minerals. It is suggested that some straw be mixed with sugar beet tops at ensiling.

The newspaper ensiled in alternate layers with sugar beet tops (100 kg/1000 kg) reduced the DM losses from 29 % to 19 %, and the crude protein losses from 36 % to 15 %. The steers did not consume the whole newspaper portion with the beet top silage.

Tutkimuksen ensimmäisessä osassa esiteltiin naattien ja naattisäilörehun koostumusta ja ravintoarvoa. Tässä osassa käsitellään säilönnän aikana tapahtuvia ravintoainehävikkejä ja puristemehun sitomista naattien joukkoon pantuun sanomalehtipaperiin, olkeen ja lokakuun odelmaan.

Koe suoritettiin säkkimenetelmällä. Koetekniikka ja analyysimenetelmät selviävät kirjoituksen osasta I (SALO ja SORMUNEN 1974).

Ravintoainehävikit

Eri aineiden tai aineryhmien hävikkiprosentit esitetään taulukossa 1, korkean tornisiilon ala- ja yläosa erikseen ja pienet siilot keskiarvoina. Keskiarvot edustavat kahta tai kolmea säilöntäkerrosta ja siitä johtuvaa hajontaa kuvaamassa on suluissa vaihtelurajat.

Suuressa siilossa (A) tuorepainotappio 3—4 m:n syvyydessä (alaosa) oli lähes kaksinkertainen verrattuna siihen, mitä se oli parin metrin vahvuudella rehun pinnasta alaspäin (yläosa). Vuoden 1972 pienissä siiloissa rehukerros purkamishetkellä oli vain pari metriä, eikä selvää säilöntäkerroksen vaikutusta ilmennyt. Siilon koon lisäksi eri vuosina oli eroa säilytysajassa: vuonna 1971 rehu oli siilossa 2—2 ½ kk, vuonna 1972 5 ½—7 ½ kk. Siilon C tulokset eivät ole mukana keskiarvoluvuissa, koska siilossa oli naattia ja sanomalehtipaperia vuorokerroksin (1 000 kg/100 kg) ja paperi imi naattirehun tavallista kuivemaksi ja ravintoaineköyhemmäksi.

Kuiva-aineen ja sen eri komponenttien häviöt myötäilivät paljolti tuorepainotappiota (taul. 1). Käymisprosessien vuoksi orgaanisten happojen määrä lisääntyi, mutta syvemältä siilosta happoja huuhtoutui runsaasti pois. Säilöntätappiot kohdistuivat pääasiassa in vitro-sulavaan aineeseen. In vitrosulamattomassa aineessa ilmenevä 13—15 %:n häviö lienee tulkittava siten, että käymisprosessit muuttavat sulamatonta ainetta sulavaksi. NONN ja WILDGRUBE (1971) ilmoittavat naattisäilörehun kuiva-ainetappioksi käytännön oloissa 30—40 % ja arvelevat luvun optimioloissa laakasiilossa jäävän alle 25 %:n. Tässä kokeessa todettu 30 %:n keskimääräinen ja siilon yläosan 23 %:n kuiva-ainetappio on sen mukaan normaalitasoa.

Vuonna 1971 tutkittiin myös eri soluseinämäaineiden hävikkejä ja todettiin että selluloosamäärä pysyi säilönnän aikana muuttumattomana (—1.3 %) ja hemiselluloosasta hävisi keskimäärin 7 %. Hävikki on nurmisäilörehuihin verrattuna pieni (SALO ym. 1972 a), mutta selittyy sillä että naattien suuri sokerimäärä hapoiksi käydessään laskee pH:n niin alas, että myöhemmät käymistappiot ovat vähäisiä. Raakakuidun kohdalla todettiin keskimäärin 9 %:n lisäys, mikä pantiin sovinnaisen määritysmenetelmän tilille.

Naattien poikkeuksellisen korkea kivennäispitoisuus toimii ilmeisesti osaltaan säilöntäaineena nostamalla rehun osmoottista painetta. Säilönnän aikana makrokivennäisiä hävisi keskimäärin 30—50 % ja hävikit olivat jälleen suurimmat alimmissa säilöntäkerroksissa. Hivenaineiden kohdalla eri vuosien tulokset olivat keskenään ristiriitaisia. Selityksenä lienee pitoisuuksien suuri vaihtelu, mikä tekee edustavan näytteen oton vaikeaksi. Viime vuosina suoritettu peltojen kuparilannoitus aiheutti ilmeisesti epätasaisuutta kuparipitoisuuteen. Korkean rautapitoisuuden aiheuttajaksi on jo aiemmassa säilörehututkimuksessa todettu rehun multaantuminen (SALO ym. 1972 b). Multapitoisuus ei kuitenkaan selitä epätasaisuutta muiden hivenaineiden pitoisuuksissa, sillä korrelatioita raudan ja muiden hivenaineiden välillä ei ilmennyt.

Taulukko 1. Naattisäilörehun ravintoainetappioiden keskiarvot (%) ja vaihtelurajat 4–5 m:n tornisiiloissa.

Table 1. The average losses (%) and variation ranges of sugar beet top silages in 4–5 m high tower-silos.

Koesäkkejä <i>Experimental sacks</i>	Silo A, 5 m, 180 m ³ 1)		Silo B, 4 m, 11 m ³ 2)	Silo C, 4 m, 16 m ³ 3)
	syvyys — <i>depth</i>		keskim. <i>average</i>	keskim. <i>average</i>
	3–4 m	1–2 m		
	4	4	6	6
Tuorepaino	65	35	51	61
<i>Fresh weight</i>	(63–68)	(27–40)	(45–56)	(52–66)
Kuiva-aine	36	23	31	29
<i>Dry weight</i>	(33–42)	(17–27)	(27–34)	(23–35)
Orgaaninen aine	32	22	29	26
<i>Organic matter</i>	(29–39)	(16–26)	(25–33)	(20–33)
In vitro-sulava org.aine ...	40	26	34	34
<i>In vitro digestible org. matter</i>	(36–46)	(19–29)	(31–37)	(28–40)
In vitro sulamaton o. a. ..	15	13	14	2
<i>In vitro indigestible o. m.</i>	(10–23)	(6–19)	(9–18)	(+5–14)
Raakaproteiini	30	17	31	36
<i>Crude protein</i>	(17–42)	(11–20)	(27–34)	(22–42)
Sokerit	96	74	95	89
<i>Sugars</i>	(91–99)	(70–79)	(93–96)	(87–92)
Orgaaniset hapot	+40	+113	+78	+22
<i>Organic acids</i>	(36–46)	(93–136)	(55–99)	(13–28)
Tuhka	49	29	37	41
<i>Ash</i>	(47–50)	(19–36)	(32–42)	(37–49)
Ca	30	26	+5	+20
	(25–40)	(17–34)	(+44–14)	(+4–+28)
P	43	20	34	55
	(40–47)	(16–26)	(28–49)	(45–62)
Mg	52	19	21	36
	(47–57)	(8–26)	(+1–33)	(14–59)
Na	62	42	51	55
	(56–72)	(34–36)	(31–76)	(46–64)
K	58	18	44	62
	(56–59)	(11–23)	(25–56)	(51–69)
Cl	75	39	53	64
	(74–75)	(26–49)	(46–60)	(53–70)
Fe	7	1	+12	4
	(+1–16)	(+29–27)	(+79–16)	(+39–36)
Cu	46	14	+56	4
	(42–50)	(0–30)	(+107–6)	(+39–36)
Mn	54	26	+2	8
	(52–55)	(0–53)	(+43–18)	(+4–24)
Zn	46	37	+10	10
	(39–59)	(30–46)	(+93–32)	(+3–22)

1) 1971, Säilöntäaika 2–2½ kk — *Storage period 2–2½ months*

2) 1972, » 7–7½ » — » » 7–7½ »

3) 1972, » 5½–6½ » — » » 5½–6½ »

3) Siilo C: Vuorokerroksin naattia ja sanomalehteä (1000 kg/100 kg). Luvut eivät ole mukana yhteenvedon keskiarvoissa.

Silo C: Beet tops and newspaper ensiled in alternate layers (1000 kg/100 kg). The figures are not included in the mean values of the summary.

Puristemehun sitominen lisäaineisiin

Säilöntätappiot ovat runsaasti vettä sisältävissä naateissa pääasiassa puristemehutappioita. Tutkimuksessa kokeiltiin puristemehun sitomista sanomalehtipaperiin, olkeen ja odelmaan. Koe suoritettiin säkkikokeina, mutta lisäksi siilossa C oli paperia myös irrallisena vuorokerroksin naatin kanssa.

Kuiva materiaali, olki ja paperi, sitoi kiloa kohti noin 3–5.5 kg puristemehua, mikä vastasi 155–200 g kuiva-ainetta sideaineen kuiva-ainekiloa kohti (taul. 2). Suurimpana ryhmänä olivat käymishapot ja raakaproteiini. Olki oli sidonta-aineena paperia parempi ja pieni määrä paperia siilossa (siilo B) sitoi painoyksikköä kohti enemmän kuin suuri määrä (siilo C). Myös oljen kohdalla pantiin merkille, että jos olkea oli säkissä vähemmän, sen sidontateho parani.

Taulukko 2. Puristemehun ravintoaineiden keskimääräinen pidättyminen säkkikokeissa.
Table 2. The average retention of effluent nutrients in the experimental sacks.

	Ruoho—Grass		Olki—Straw	Paperi—Newspaper	
	Silo A		Silo B	Silo B	Silo C ²⁾
	3 m	1½ m ¹⁾			
Koesäkkejä — Experimental sacks	2	2	4	2	6
Tuorepainoa — Fresh weight kg/kg	+0.42	+0.57	+5.4	+3.7	+3.1
			g/kg k.a. — g/kg dry matter		
Kuiva-ainetta — Dry matter	- 46	+146	+202	+201	+155
Raakaprot. — Crude protein	+ 56	+ 78	+ 84	+ 65	+ 51
Org. happoja — Org. acids	+109	+ 78	+146	+ 79	+ 53
Sokeria — Sugar	-154	-124	- 12	-	+ 17
Ca	0	0	+ 1.1	+ 0.2	+ 0.2
P	0	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.9	+ 0.9
Mg	0	0	+ 1.2	+ 0.9	+ 1.1
Na	+ 6	+ 7	+ 7	+ 4	+ 3
K	+ 12	+ 21	+ 25	+ 15	+ 13
Cl	+ 13	+ 13	+ 21	+ 14	+ 12

¹⁾ Keskim. syvyys — Average depth

²⁾ Kts. alaviitat taul. 1 — See footnotes in Table 1.

Odelma sisälsi siiloon pantaessa vettä lähes 70 %, mistä syystä sen pidätyskyky oli heikompi kuin kuivien lisäaineiden. Siilon yläosassa se silti sitoi raakaproteiinia lähes 80 g/kg kuiva-ainetta ja lähes 60 g/kg myös siilon alaosassa, missä kuiva-ainehäviö oli pidättymistä suurempi. Odelman raakaproteiinipitoisuus nousikin säilöntäaikana lähes kaksinkertaiseksi (9.2 → 15.3 % k.a:sta). Häviöpuolelle voidaan laskea odelman korkea sokerimäärä (18% k.a:sta, pääasiassa fruktosaaneja), joka kävi hapoiksi ja huuhtoutui suurelta osin pois.

Sideaineiden kivennäisliäsäys oli lähinnä naateissa runsaana esiintyvää kalciumia, natriumia ja klooria. Fosforia ja kalsiumia ei pidättynyt juuri lain-

kaan. Odelma sisälsi monia kivennäisaineita niin runsaasti, että niiden määrä päinvastoin aleni. Olkeen ja paperiin pidättyi kuparia 17—5 mg, mangaania 52—20 mg ja sinkkiä 25—21 mg/kg kuiva-ainetta, olkeen näitäkin enemmän kuin paperiin.

Lisäaineiden käyttö käytännön oloissa

Vain siilossa C oli sidonta-ainetta niin paljon, että pidättyneillä määrillä oli kvantitatiivista merkitystä. Naateista hävisi kuiva-ainetta 29 % ja raaka-proteiinia 36 % (rinnakkaissiilossa B, jossa oli vain naattia, 31 % ja 31 %). Kun paperiin pidättyneet määrät otetaan huomioon, olivat tappioluvut 19 % kuiva-ainetta ja 15 % raakaproteiinia. Jos vain siilon ylin kolmannes huomioidaan, oli tulos vielä parempi (11 % kuiva-ainetta ja 5 % raakaproteiinia), koska pidättyminen siilon yläosassa oli tehokkaampaa ja hävikit naateista pienemmät.

Sanomalehti olisi halpaa lisäainetta, mutta sen rehuarvo on todettu heikoksi. Jauhetun sanomalehtipaperin sulavuus on noin 30 % (DINIUS ja OLTJEN 1971, FONGE 1972, SHERROD ja HANSEN 1973). Sulavuutta alentaa nähtävästi painomuste, sillä ruskean käärepaperin sulavuudeksi on saatu 88 % (FONGE 1972). Tässä tutkimuksessa puhtaan sanomalehtipaperin in vitro-sulavuudeksi todettiin noin 16 %, siilossa rikastuneella paperilla luku nousi 26 %:ksi. In vitro-menetelmä sopii kuitenkin huonosti tällaiselle tuotteelle, mikä ei sisällä proteiinia eikä helppoliukoisia hiilihydraatteja. Seoksessa sanomalehtipaperin in vitro-sulavuus on todettu paremmaksi (MERTENS ym. 1971).

Kirjoittajain kokeessa paperi tuotiin siilosta naattisäilörehun mukana lihamulleille. Määrä oli liian suuri ja osa jäi syömättä. Kirjallisuustietojen mukaan haitattoman määrän raja lihamulleilla ja lypsylehmillä on 8—12 % kuivaa jauhattua sanomalehtipaperia dieetistä (DANIELS ym. 1970, MERTENS ym. 1971, DINIUS ja OLTJEN 1971, FONGE 1972). SHERROD ja HANSEN (1973) mainitsevat jo 6.7 %:n alentaneen kasvutuloksia. Painomusteen ei ole todettu jättävän jäämiä tuotteisiin (DANIELS ym. 1970, DINIUS ja OLTJEN 1971).

Olki antoi kokeessa paperia paremman tuloksen. Sen raakaproteiinipitoisuus nousi 6—10 %-yksiköllä eli olki rikastui proteiinipitoisuudeltaan timoteihinä veroiseksi. Vuonna 1973 toistettu koe varmisti tuloksen. In vitro-sulavuus sen sijaan ei paljon parantunut (40 % → 46 %). Olkea ehkä kannattaisi — ainakin huonoina heinävuosina — sekoittaa säilöntävaiheessa naattien joukkoon lehmän korsirehun tarvetta vastaava määrä. Heiniä säästyisi ilman että heinän vaihtaminen oljeksi alentaisi rehuannoksen proteiinimäärää.

Odelmalla suoritettu koe osoitti, että jos pellolla on sokerijuurikkaan korjuuajana odelmaa ja sää on kuiva, odelma kannattaa korjata ja säilöä naattien mukana. Naattimehu väkeväi sen proteiinipitoisuudeltaan lähes kesällä tehdyn säilörehun veroiseksi. Orgaanisen aineen in vitro-sulavuus kokeen naattisiilossa olleella odelmalla oli keskimäärin 66 %, mikä luku on vähän nurmisäilörehun keskitasoa alempi.

Sokerijuurikkaan naateissa säilönnän aikana tapahtuvia ravintoainetappioita ja puristemehun sidontaa mukaan pantuun sanomalehtipaperiin, olkeen ja ruohon tutkittiin 4—5 m:n korkuisissa tornisiiloissa säkkikokeilla. Ravintoaineita hävisi vähiten ja pidättyi eniten silon yläosassa. Keskimäärin todettiin seuraavat tappioprosentit: tuorepaino 50, kuiva-aine 30, orgaaninen aine 28, in vitro-sulava orgaaninen aine 33, raakaproteiini 26, sokeri 88, hemiselluloosa 7, selluloosa 1, tuhka 38, Ca 17, P 32, Mg 31, Na 52, K 40, Cl 56. Orgaanisia happoja tuli lisää 77 %.

Naattien joukkoon pantu sanomalehtipaperi (1), olki (2) ja ruoho (3) sitoivat ravintoaineita (g/kg k.a.) keskimäärin seuraavasti: kuiva-ainetta 201, 202, 50; raakaproteiinia 65, 84, 67; orgaanisia happoja 79, 146, 94. Kivennäisistä pidättyi eniten K, Cl ja Na; olki sitoi parhaiten myös kivennäisiä. Pienen olkimäärän sekoittamista naattien joukkoon säilöntävaiheessa on ehdotettu.

Siiloon vuorokerroksin naattien kanssa säilötty sanomalehtipaperi (100 kg/1 000 kg naattia) alensi kuiva-ainetappion 29 %:sta 19 %:iin ja raakaproteiinitappion 36 %:sta 15 %:iin. Lihamullit eivät syöneet naattirehun mukana koko paperimäärää.

KIRJALLISUUS

- DANIELS, L. B., CAMPBELL, J. R., MARTZ, F. A. & HEDRICK, H. B. 1970. An evaluation of newspaper as feed for ruminants. *J. Anim. Sci.* 30: 593—596.
- DINIUS, D. A. & OLTJEN, R. R. 1971. Newsprint as a feedstuff for beef cattle. *J. Anim. Sci.* 33: 1344—1350.
- FONGE, J. 1972. Futtertrog der Zukunft. *Dairy Farmer* 19: 24—27 (Ref. Landw. Z.bl. III 17: 2407).
- MERTENS, D. R., CAMPBELL, J. R. & MARTZ, F. A. 1971. Lactational and ruminal response of dairy cows to ten and twenty percent dietary newspaper. *J. Dairy Sci.* 54: 667—672.
- NONN, H. & WILDGRUBE, M. 1971. Verlustarme Konservierung von Zuckerrübenblatt. *Feldwirtschaft* 12: 363—364 (Ref. Landw. Z. bl. III 17: 572).
- SALO, M.-L. & SORMUNEN, R. 1974. Sokerijuurikkaan naatit ja niistä valmistettu säilörehu. I. Koostumus ja rehuarvo. *J. Scient. Agric. Soc. Finl.* 46: 88—96.
- * — SORMUNEN, R. & IMMONEN, M. 1972 a. Esikuivatussa ja niittotuoreessa säilörehussa tapahtuvat ravinnetappiot. I. Muutokset ja tappiot orgaanisessa aineessa. *Koetoin. ja Käyt.* 29: 15—16.
- * — SUOMI, K. & SORMUNEN, R. 1972 b. II. Kivennäis- ja hivenaineet. *Koetoin. ja Käyt.* 29: 18—19.
- SHERROD, L. B. & HANSEN, K. R. 1973. Newspaper levels as roughage in ruminant rations. *J. Anim. Sci.* 36: 592—296.